

## Geocronologia Pb/Pb de Zircões Detríticos e Análise Estratigráfica das Coberturas Sedimentares Proterozóicas do Sudoeste do Cráton Amazônico

Jayme Alfredo Dexheimer Leite & Gerson Souza Saes

Depto. de Recursos Minerais - CRÁTON - Grupo de Pesquisa em Evolução Crustal e Metalogenia - UFMT  
Av. Fernando Correa da Costa s/n, CEP 78000-000, Cuiabá, MT, BRA

Palavras-chave: coberturas proterozóicas, Cráton Amazônico, Geocronologia Pb/Pb, ambientes deposicionais.

### RESUMO

A análise estratigráfica e dados radiométricos obtidos pelo método Pb/Pb de evaporação em zircões detríticos das coberturas proterozóicas do sudoeste do Cráton Amazônico conduziu ao reconhecimento de duas seqüências deposicionais principais limitadas por discordância regional através de toda a extensão deste segmento do Cráton. A seqüência mais antiga (Grupo Beneficente) assenta sobre as vulcânicas Teles Pires na Bacia do Cachimbo através de discordância angular e erosiva. É constituída por uma unidade inferior de clásticos grosseiros aluviais (Unidade Terrígena) cujas principais fontes de zircões detríticos situam-se nas vulcânicas ácidas a intermediárias paleoproterozóicas da Seqüência Teles Pires sotoposta e no núcleo arqueano da Província Amazônia Central a leste. Este pacote basal foi acumulado em leques aluviais e rios arenosos de padrão entrelaçado. As idades Pb/Pb obtidas em zircões detríticos das facies conglomeráticas da base desta unidade indicaram a idade máxima de 1,74 Ga para o início da sua deposição. Na borda sul da Bacia do Cachimbo esta unidade inferior é recoberta concordantemente por clásticos finos e carbonatos, acumulados em ambiente marinho raso epicontinental, com ondas e tempestades como processos deposicionais dominantes. Neste setor, os estratos do Grupo Beneficente mergulham 35°/180 e são recobertos por uma seqüência de rochas siliciclásticas horizontalizadas, ricas em detritos dos sedimentos sotopostos e correlacionada à formação Dardanelos. Contudo, a Seqüência Dardanelos aflora principalmente na Bacia Caiabís/Aripuanã, a sul do Cachimbo e nas bacias proterozóicas de Rondônia, Mato Grosso e Bolívia (coberturas Guajará Mirim, Aguapeí e Sunsas). Na Bacia Caiabís/Aripuanã, consiste de areias e cascalhos aluviais com fontes dos clastos predominantemente sedimentares e depositados em sistemas de rios entrelaçados, com freqüentes intercalações de areias de dunas eólicas, sahbkas litorâneas e areias de mar raso (tempestitos), cujos dados de paleocorrentes indicam a existência contemporânea de uma margem continental à oeste da região. A idade máxima do início de sua deposição é indicada pelos zircões detríticos mais jovens dos conglomerados basais, para os quais foi obtido o valor de 1,3 Ga. O Grupo Aguapeí aflora extensivamente no sudoeste de Mato Grosso, noroeste de Mato Grosso do Sul e oriente boliviano e é composto por uma seqüência transgressiva-regressiva que preenche um rift intracontinental de complexa história geológica. Os zircões detríticos separados de seu conglomerado basal apontam uma idade mais jovem de 1,35 Ga, interpretada como a idade máxima para o início de sua deposição. Os dados radiométricos e geológicos obtidos possibilitam o reconhecimento de no mínimo, duas coberturas sedimentares proterozóicas principais, as seqüências deposicionais Beneficente e Dardanelos, que recobrem o sudoeste do Cráton Amazônico, ambas resultando de estiramento crustal e rifteamento nos intervalos 1,7 - 1,3 Ga e 1,3 - 1,0 Ga, respectivamente.

Keywords: Proterozoic covers, Amazon Craton, Pb/Pb geochronology, sedimentary environments, sequence stratigraphy.

### ABSTRACT

The stratigraphic analysis and radiometric data obtained by the Pb/Pb evaporation method on detrital zircons from Proterozoic sedimentary covers of the southwestern Amazon Craton led to the recognition of two major depositional sequences bounded by a regional unconformity across this entire cratonic segment. The older one, the Beneficente Sequence, fills the Cachimbo Basin and comprises a basal coarse clastic alluvial unit (Terrigenous Unit), with its source areas in the

Archean Central Amazonia Province and the Teles Pires Paleoproterozoic Volcanics. An extensional intracontinental rift system context is envisaged for its deposition. This unit is conformably followed by a shallow epeiric marine incursion over the entire SW part of the craton, that deposited stromatolitic limestones, dolomites, marls, siltstones and black shales (Clastic-Chemical Unit). The lithologies and sedimentary structures of this package suggest a shallow tropical sea, with waves and storms as the dominant depositional agents. The maximum depositional age of this sequence is constrained by the younger 1.74 Ga Pb/Pb age of detrital zircons studied from its basal conglomerates. At the southern border of Cachimbo Basin the Beneficente strata are inclined 35° to south and are overlain by flat-lying siliciclastic beds of Dardanelos Sequence, containing pebbles of silicified carbonates, derived from the erosion of the topmost beds of Beneficente Sequence. Nevertheless, the Dardanelos Sequence fills mainly the Caiabís/Aripuanã Basin and the proterozoic basins of Rondonia, Mato Grosso and Bolívia (Guajará Mirim, Aguapeí and Sunsas covers). In the Caiabís/Aripuanã basin, the sequence consists of coarse alluvial gravels and sands derived predominantly from sedimentary sources and deposited in braided river systems with associated widespread eolian sand dunes and shallow marine (sandy tempestites) incursions. The WSW dominant fluvial palaeocurrent direction, indicate the existence of a westward continental margin at the time of deposition. Pb/Pb ages derived from detrital zircons in basal conglomerates constrain the maximum age of deposition to *ca.* 1.4 Ga. The Aguapeí Group crops out extensively in southwestern Mato Grosso, northwestern Mato Grosso do Sul and eastern Bolívia and consists of a transgressive-regressive sequence filling an intracontinental rift of complex geologic evolution. Detrital zircons separated from basal conglomerates yield an age younger than 1.35 Ga, as the maximum age for the beginning of deposition. Radiometric and geologic data point to at least two major Proterozoic sedimentary covers, the Beneficente and Dardanelos depositional sequences, overlaying the southwestern Amazon Craton, resulting from crustal stretching and rifting between 1.7-1.3 Ga and 1.3-1.0 Ga.

## INTRODUÇÃO

A análise das coberturas sedimentares proterozóicas do Cráton Amazônico tem sido marcada pelo enfoque estratigráfico clássico, com o estabelecimento de colunas locais, apoiadas na descrição litológica das unidades em detrimento dos processos e ambientes deposicionais que registram. Estas colunas, balizadas cronologicamente por datações radiométricas obtidas em rochas vulcânicas contemporâneas (vulcanismo Iriri-Uatumã) e no seu embasamento, configuram um quadro tectono-estratigráfico regional coerente, com as coberturas mais antigas assentando sobre um núcleo central arqueano (Província Amazônia Central de Teixeira *et al.*, 1989) e as idades diminuindo em direção às faixas móveis desenvolvidas marginalmente àquele núcleo. Contudo, a quase completa ausência de estudos sedimentológicos, paleogeográficos, de facies e ambientes deposicionais, de padrão de paleocorrentes e proveniência dos sedimentos, têm-se refletido na dificuldade de estabelecimento de correlações regionais, bem como na generalidade dos termos para referir-se a estas bacias, como por exemplo, coberturas de plataforma. Montalvão *et al.* (1984) discriminaram tectonicamente estas bacias em dois grupos. O primeiro, formado no intervalo de 1,9 - 1,6 Ga, teria se desenvolvido em dois ou três estágios:

1. um estágio de rift ou aulacógeno, com adelgaçamento crustal, falhamentos de altos mergulhos, abatimento de blocos e manifestações magmáticas associadas. Os grupos Surumu/Iricoumé, Uatumã e Iriri representam a evolução acima, sendo constituídos por vulcânicas ácidas a interme-

diárias, extravasadas em 1,9 - 1,8 Ga sobre os núcleos arqueanos da Amazônia Central (Pakaraima e Xingu de Brito Neves, 1993);

2. estágio de sinéclise, com subsidência lenta, afetando o domínio do rift e vastas áreas adjacentes;

3. estágio de subsidência lenta, restrito a algumas bacias e marcado por coberturas tabulares horizontais ou subhorizontais. A sedimentação desenvolvida nestes estágios está representada pelos grupos Roraima, Gorotire, Beneficente, Prosperança, Acari e Cubencranquém, compostos por sedimentos continentais fluviais e marinho rasos, acumulados em bacias assimétricas e localmente grábens simétricos, como o do Cachimbo (Costa & Hasui, 1992). O segundo grupo corresponde a grábens preenchidos por *red beds* desenvolvidos no intervalo 1,6 - 1,4 Ga, representado pelas formações Dardanelos, Prainha e Palmeiral.

## MÉTODOS DE ESTUDO

Este trabalho apresenta os resultados preliminares de um programa de pesquisa enfocando as coberturas proterozóicas do sudoeste do Cráton Amazônico. Foram examinadas as exposições do Grupo Beneficente na borda sul da Bacia do Cachimbo, a norte de Alta Floresta e na Serra Formosa, da Formação Dardanelos na Bacia Caiabís/Aripuanã e do Grupo Aguapeí na região sudoeste de Mato Grosso (Figura 1), enfatizando-se a análise estratigráfica (facies, seqüências, ambientes, paleocorrentes e proveniência), e a coleta de amostras para obtenção de idades Pb/Pb em zircões detríticos extraídos dos conglomerados basais de cada seqüência estudada.

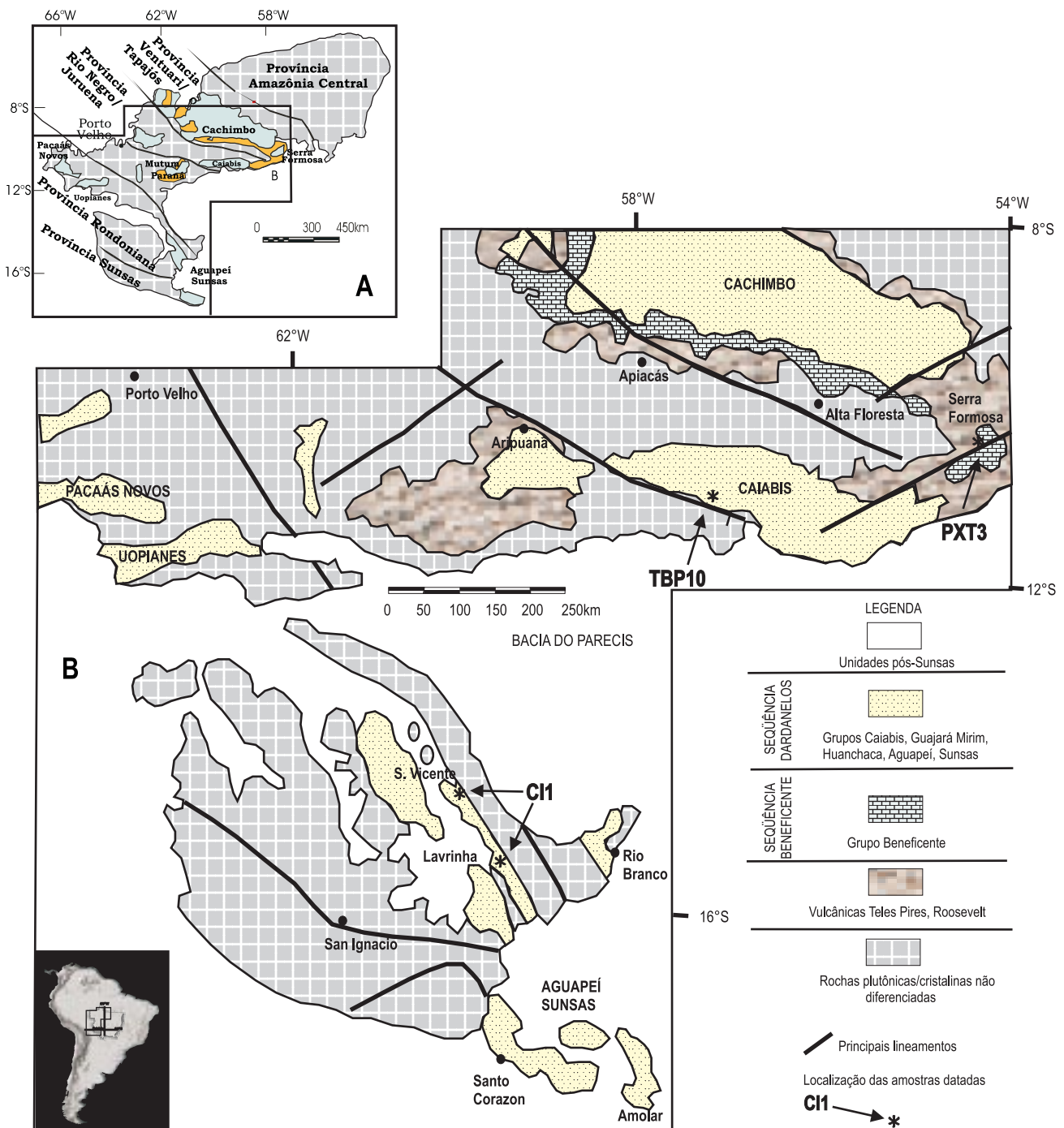


Figura 1. Esboço geológico do sudoeste do Cráton Amazônico. **A** - Localização da área em relação à estruturação cronotectônica do sul do Cráton (Tassinari et al.1996); **B** - Distribuição das bacias proterozóicas e localização das amostras datadas.

O conceito de seqüências adotado para a análise das coberturas foi expresso em diversas publicações nas três últimas décadas como “uma unidade estratigráfica composta por uma sucessão de estratos geneticamente relacionados e truncados em seu topo e sua base por discordâncias ou suas concordâncias relativas” (Payton, 1977). As seqüências Beneficente e Dardanelos conforme adotadas neste trabalho, correspondem a ciclos de 1ª ordem de magnitude (> 50 Ma), ou às seqüências de Sloss (1963), e estão limitadas por discordância regional produzida por movimentos tectônicos (Vail *et al.*, 1992; Della Fávera, 2001).

As populações de zircões foram extraídas dos conglomerados basais por peneiramento, separação com líquidos pesados e *hand picking*. As análises isotópicas foram realizadas em espectrômetro de massa Thermo Finningan no Laboratório Isotópico da Universidade Federal do Pará (PARÁ-ISO). A técnica analítica utiliza dois filamentos posicionados frente a frente, sendo um filamento de evaporação, o qual contém o zircão e um filamento de ionização, a partir do qual o Pb é analisado. Normalmente são realizadas três etapas de evaporação. A primeira, a 1450°C, a segunda a 1500°C e a terceira, a 1550°C. Mais raramente, dependendo da quantidade de Pb que o zircão contém, podem ser realizadas até cinco etapas de evaporação.

Nas idades obtidas em diferentes etapas de evaporação, observa-se um aumento no sentido das etapas de mais alta temperatura. Quando isso ocorre, são consideradas apenas as idades obtidas em temperaturas mais altas, pois o Pb analisado é proveniente das porções mais retentivas do cristal de zircão e, portanto, mais representativas da idade de cristalização do mineral. Os resultados são apresentados com desvios a  $2\sigma$  e as correções do Pb comum são feitas mediante uso do modelo de evolução do Pb em estágio duplo proposto por Stacey & Kramers (1975), utilizando a razão  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ . Os dados obtidos são tratados estatisticamente segundo critérios metodológicos estabelecidos no PARÁ-ISO. Entre eles destacam-se os seguintes:

1. os blocos com razões isotópicas  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  superiores a 0,0004 são desprezados, para tornar mínima a correção de Pb de contaminação ou inicial;
2. são eliminados blocos com desvios superiores a  $2\sigma$  em relação à média das idades dos zircões;
3. faz-se, além disso, a eliminação subjetiva, onde são desprezados blocos, etapas de evaporação, ou zircões que apresentem idades discordantes da média das idades obtidas nas temperaturas mais altas da maioria dos zircões.

Os resultados geocronológicos obtidos pelo método de evaporação de Pb em monocristais de zircão (Pb/Pb em

zircão) apresentam, em geral, valores similares às idades fornecidas pelo método U/Pb em zircão (Kober, 1987; Andsdell & Kyser, 1991). Dessa forma, as idades Pb/Pb em zircão podem ser interpretadas como indicativas da idade de cristalização do zircão. Porém, como se tratam de idades aparentes  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ , é importante ressaltar que o resultado geocronológico pode ser menos exato quando comparado ao método U/Pb por não se ter uma referência como a curva concórdia. Portanto, a rigor, essas idades devem ser consideradas como idades “mínimas” de cristalização dos zircões analisados (Gaudette *et al.*, 1998). A integração dos dados obtidos pela análise estratigráfica e geocronológica permitiu configurar um novo cenário para a origem e evolução das bacias proterozóicas da Amazônia Ocidental a sul da sinéclise paleozóica, com repercussões sobre os modelos da história evolutiva do embasamento sobre o qual assentam.

## A SEQÜÊNCIA BENEFICENTE

### Estratigrafia

Almeida & Nogueira Filho (1959) denominaram de Grupo Beneficente os sedimentos observados nos vales dos rios Aripuanã e Dardanelos, preenchendo principalmente o denominado Gráben do Cachimbo (Costa & Hasui, 1987), constituído por um conjunto de sedimentos marinhos de águas rasas, representado por duas litofacies, uma inferior de natureza psamítica e outra superior predominantemente pelítica. Na região do alto Rio Sucunduri, no sul do Amazonas Carvalho e Figueiredo (1982) caracterizaram o Grupo Beneficente como uma seqüência transgressiva-regressiva com cerca de 1000m de espessura. O Grupo Beneficente assenta sobre riolitos, riodacitos, ignimbritos e piroclásticas da Seqüência Vulcânica Teles Pires. Estas vulcânicas produziram uma isócrona Rb-Sr em rocha total de ~1,65 Ga e de acordo com Tassinari *et al.* (1996), estão relacionadas a um ambiente de *rift* continental, recobrimdo a Província Amazônia Central como uma bacia de *foreland* do Cinturão Móvel Rio Negro-Juruena. Idades convencionais U/Pb obtidas recentemente para ignimbritos na borda sul do Cachimbo (Pinho *et al.*, 2001), apontam o intervalo de 1,77 - 1,78 Ga para o evento vulcânico Teles Pires.

Neste estudo, a Seqüência Beneficente foi examinada na borda sul da Bacia do Cachimbo e está constituída por duas unidades litoestratigráficas principais, denominadas informalmente de Unidade Terrígena (com seção tipo na Serra Formosa) e Unidade Clasto-química, aflorando extensivamente a norte de Alta Floresta no vale do Teles Pires e na Serra dos Apiacás, a norte da cidade homônima (Figura 1). A Unidade Terrígena assenta em discordância angular e erosiva

sobre as vulcânicas dacíticas/riodacíticas Teles Pires. Inicia-se por espessas (>5m) camadas de conglomerados maciços com os clastos variando de 5mm até 1m. Estes são predominantemente de rochas vulcânicas da pilha subjacente (85%), seguido por clastos de quartzo-arenitos (10%) e quartzo leitoso (5%), não se observando rochas do embasamento granito-gnáissico. Os conglomerados mostram gradação normal e granodecrescência ascendente, acompanhada pela redução dos seixos em relação à matriz para o topo da sucessão (Figura 2). A matriz é composta por areia lítica grossa/muito grossa avermelhada, friável. Níveis de arenitos líticos, passando a quartzo-arenitos grossos, avermelhados, com laminação plano-paralela e cruzada, intercalam-se e terminam por recobrir o pacote conglomerático, dominando a parte superior da unidade, juntamente com espessos pacotes de lamitos vermelhos maciços. As feições acima sugerem que a Unidade Terrígena tem sua origem ligada à acumulação de clastos grossos em sistemas de leques aluviais, desenvolvidos no sopé de escarpas na borda de bacias tafrogênicas, temporalmente sucessoras do evento distensivo responsável pelo extravasamento das lavas Teles Pires. A sua parte superior (quartzo-arenitos e lamitos) pode estar relacionada às facies desenvolvidas nas planícies aluviais associadas à porção distal dos leques.

A norte de Alta Floresta o Grupo Beneficente é composto por lamitos avermelhados com intercalações de rochas carbonáticas e arenitos finos micáceos, em estratos mergulhando em torno de 35° para sul. As rochas carbonáticas são maciças, em leitos decimétricos com topo ondulado e os lamitos e arenitos associados apresentam estratificações cruzadas por fluxo oscilatório em diversas escalas. A seção do Rio Ximari, a norte de Apiacás é composta por calcários estromatolíticos na base, passando a calcários maciços, escuros, com intercalações rítmicas de folhelhos negros e cinza no topo (Barros & Silva, 2001). Este conjunto essencialmente pelito-carbonático atesta a incursão de mares epicontinentais, reflexo da atenuação dos esforços distensivos do estágio tafrogênico anterior e a instalação de um regime de subsidência flexural sobre grandes áreas da crosta continental do sudoeste da Amazônia durante o Mesoproterozóico (Calaminiano/Ectasiano: 1,6 - 1,2 Ga).

## Geocronologia Pb-Pb

### Amostra PXT3 – Grupo Beneficente/Unidade Terrígena

Foram examinados cerca de 120 grãos de zircão detrítico, separados tanto de seixos como da matriz dos conglomerados da base da seção de Serra Formosa (coordenadas:

10°17'42"S-54°11'46"W). Os cristais de zircão variam de euédricos, zonados com terminações piramidais bem definidas a arredondadas, isentos de estruturação interna e maciços, sugerindo diferenças significativas em termos de transporte. Seis cristais de zircão foram analisados e seus resultados são apresentados na Tabela 1 e plotados na Figura 3. Os resultados obtidos sugerem uma proveniência híbrida dos clastos dentro do intervalo de idade entre 2,6 Ga e 1,71 Ga. Os resultados são indicações de idades mínimas, especialmente aqueles em que a razão  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  é maior do que 0,0009, posto que acarreta em grande correção da razão  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ . Este é o caso dos zircões PXT3/03, 07 e 09. Desta forma, os dados permitem sugerir a existência de pelo menos três fontes distintas para a unidade estudada. A primeira, de idade Arqueana (2646 Ma), é sugestiva de fontes situadas a leste-nordeste, nos domínios da Província Amazônia Central; a segunda, em torno de 1887 Ma, deve ser relacionada aos granitóides da Província Ventuari-Tapajós no sul do Pará e a terceira, com idade de  $1729 \pm 48$  Ma, está, dentro do erro, muito próxima da idade de 1790 Ma para as rochas vulcânicas da base da Serra Formosa (Leite *et al.*, 2001), as quais representam as principais fornecedoras de clastos para a construção da unidade. Os dados em torno de 1960 e 1920 Ma têm sua interpretação prejudicada, em função dos altos valores da razão  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ . No entanto, idades semelhantes estão descritas dentro dos domínios da província Ventuari-Tapajós na porção sul do Pará, o que sugeriria a existência de uma fonte adicional para o Grupo Beneficente. A idade mais jovem, em torno de 1730 Ma, é sugerida como representativa da idade máxima para o início da sedimentação do Grupo Beneficente. Não obstante o número restrito de dados esta hipótese está de acordo com a sobreposição do Grupo Beneficente aos vulcanitos Teles Pires, bem como, com sua sotoposição em relação à Formação Dardanelos.

## A SEQUÊNCIA DARDANELOS

### Estratigrafia

Os dados litológicos e geocronológicos, as relações estratigráficas, e o condicionamento estrutural das coberturas proterozóicas disponíveis no momento, levaram os autores do presente estudo a propor a crono-correlação e agrupamento de várias unidades regionalmente distribuídas no sudoeste do Cráton, sob a denominação de Sequência Dardanelos, abrigando os depósitos relacionados aos grupos Caiabis, Guajará Mirim, Aguapeí e Sunsas (Figura 1). Neste trabalho a Sequência Dardanelos foi estudada na área clássica do Gráben de Caiabis, na Serra Morena a sul de



Tabela 1. Resultados analíticos dos zircões da amostra PXT3 (Seqüência Beneficente).

Zircão	Temperatura de Evaporação (°C)	Razões Útil/Total	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ $\pm 2\sigma$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ $\pm 2\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ $\pm 2\sigma$	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$ $\pm 2\sigma$	Idade (Ma)
PXT3/03	1450	32/32	0,006294 $\pm$ 319	0,44119 $\pm$ 471	0,20364 $\pm$ 135	0,12010 $\pm$ 366	1958 $\pm$ 54
PXT3/05	1500	32/50	0,000567 $\pm$ 193	0,19133 $\pm$ 87	0,11365 $\pm$ 32	0,10584 $\pm$ 278	1729 $\pm$ 48
PXT3/06	1450	18/18	0,000548 $\pm$ 60	0,20681 $\pm$ 167	0,18592 $\pm$ 140	0,17919 $\pm$ 159	2646 $\pm$ 15
PXT3/07	#1500	0/18	0,001060 $\pm$ 146	0,18691 $\pm$ 175	0,11943 $\pm$ 93	0,10495 $\pm$ 224	1714 $\pm$ 39
PXT3/08	1450	84/84	0,000921 $\pm$ 37	0,20137 $\pm$ 223	0,12701 $\pm$ 84	0,11461 $\pm$ 62	1874 $\pm$ 10
	1500	70/70	0,000211 $\pm$ 11	0,17967 $\pm$ 63	0,11786 $\pm$ 59	0,11497 $\pm$ 68	1880 $\pm$ 11
PXT3/09	#1450	0/34	0,009130 $\pm$ 255	0,57315 $\pm$ 862	0,24025 $\pm$ 166	0,11751 $\pm$ 318	1919 $\pm$ 49

# - Etapa eliminada por apresentar razão  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  superior a 0,0004; c - Razão  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  corrigida para Pb comum.

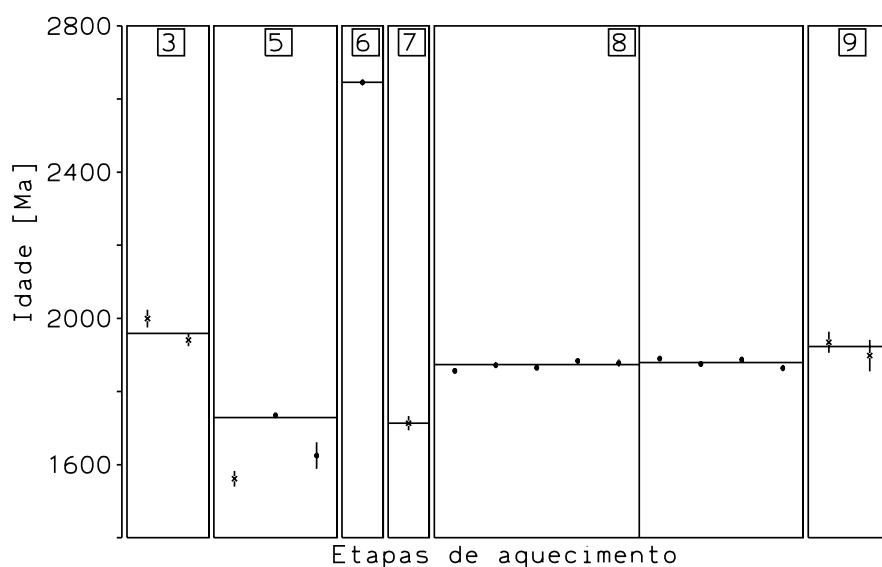


Figura 3. Diagrama idade (em Y) versus etapas de evaporação (em X) dos cristais de zircão da amostra PXT3. ● - bloco válido de razões isotópicas; X - bloco eliminado por apresentar razão  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  superior a 0,0004. Desvio analítico a  $2\sigma$ .

Aripuanã e na Bacia Aguapeí, em suas exposições nas serras quartzíticas do sudoeste de Mato Grosso.

O Grupo Caiabis (Silva, 1980) é constituído pelas formações Arinos e Dardanelos, estando condicionado à estrutura denominada Gráben do Caiabis, ao sul do Gráben do Cachimbo. A Formação Arinos é composta por basaltos alcalinos e calci-alcalinos intercalados aos arcóseos da base da Formação Dardanelos e sua idade é balizada por datações K/Ar entre 1,4 e 1,2 Ga (Montalvão *et al.*, 1984). A Formação Dardanelos (Almeida & Nogueira Filho, 1959) foi definida no Rio Aripuanã, nas cachoeiras de Dardanelos e Andorinhas, e é composta por arenitos feldspáticos e arcóseos,

conglomerados polimíticos e grauvas vulcânicas, representantes de uma sedimentação eminentemente continental (Bezerra, 1984). Na Serra Morena, a Seqüência Dardanelos consiste de uma cobertura tabular horizontalizada, predominantemente siliciclástica, recobrindo em discordância angular a Seqüência Vulcano-sedimentar Roosevelt (Leal *et al.*, 1978; Scandolaro *et al.*, 1999), sucessão de vulcânicas riódacíticas, vulcanoclásticas e sedimentos químico-exalativos (*bifs*) metamorfisados em grau baixo e dobrados segundo a direção geral E-W, para a qual foram obtidas idades SHRIMP de 1,74 Ga (Santos *et al.*, 2000) e 1,76 Ga (Neder *et al.*, 2000).

No Gráben do Caiabis e na Serra Morena (Bacia Caiabis/Aripuanã), esta seqüência assenta sobre lavas riodacíticas ou faz contato por falhas com rochas do embasamento ou facies plutônicas do Evento Teles Pires/Roosevelt. Neste perfil (Figura 4), a Seqüência Dardanelos inicia-se por um horizonte de ortoconglomerados, com seixos arredondados de até 50cm, exclusivamente de rochas sedimentares, com absoluto predomínio de quartzo-arenitos silicificados. A matriz é composta por areia média a grossa, quartzosa. Este pacote é capeado por um conjunto de arenitos seixosos com cruzadas tabulares e arenitos médios a finos apresentando ora estratificação *hummocky*, ora cruzadas de baixo ângulo, lâminas com linhas de grãos (queda de grãos) e gradação inversa (fluxo de grãos). Esta associação sugere um contexto deposicional costeiro com a preservação das facies fluviais, face de praia e de dunas eólicas costeiras, atestando a repetição de diversos pulsos de subida relativa do nível do mar durante a acumulação do pacote.

As primeiras referências aos metassedimentos proterozóicos do sudoeste de Mato Grosso devem-se a LASA S/A (1968) que correlacionou estas rochas ao Grupo Cubencranquém de Barbosa *et al.* (1966). Figueiredo & Olivatti (1974) denominaram de Unidade Aguapeí uma seqüência tripartite, constituída pelas subunidades: inferior (metaconglomerados oligomíticos e quartzitos); média (ardósias, metassiltitos e filitos) e superior (metarenitos feldspáticos, metassiltitos e ardósias). Atribuíram ao conjunto uma espessura de cerca de 800m e deposição em ambiente marinho de plataforma transgressiva-regressiva. Souza & Hildred (1980) elevam a sucessão à categoria de grupo, composto pelas formações Fortuna, Vale da Promissão e Morro Cristalina (Figura 5). Litherland *et al.* (1986) mapearam a porção boliviana desta bacia, identificando seus principais elementos tectônicos e estratigráficos, denominando os grupos Sunsas, Huanchaca e Vibosi. Estudos realizados durante a última década no sudoeste de Mato

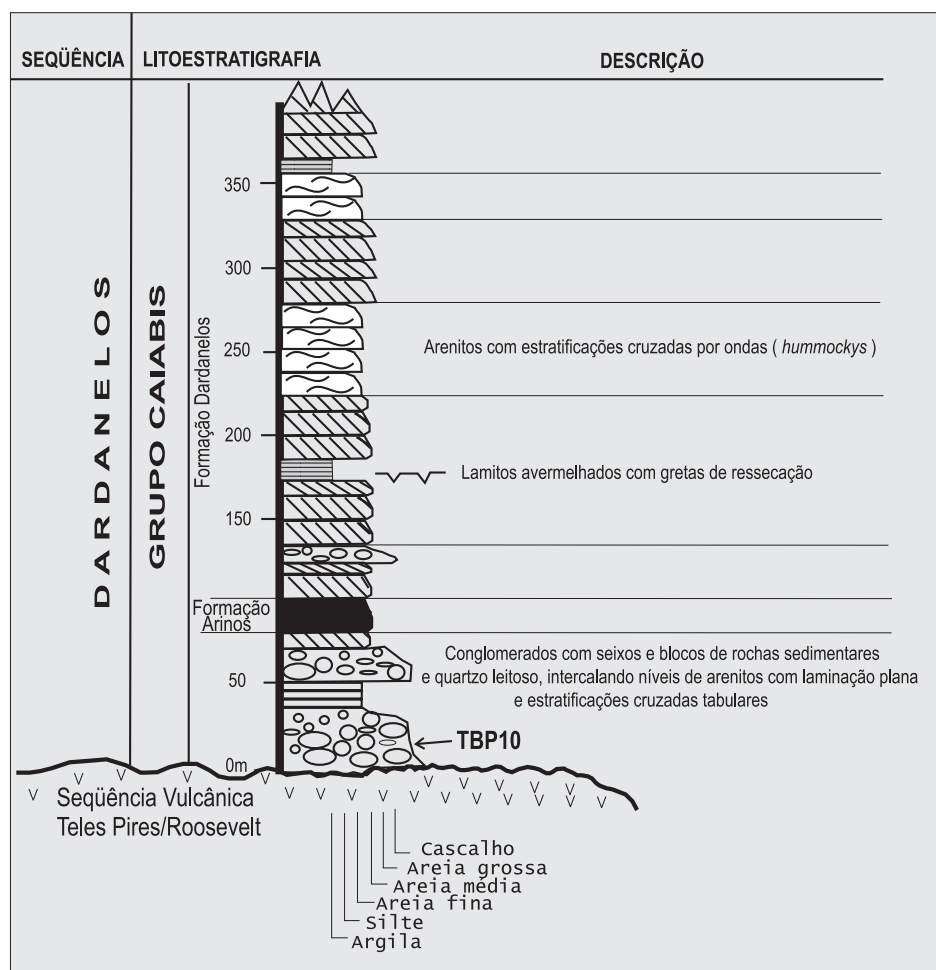


Figura 4. Seção colunar composta da Seqüência Dardanelos na Bacia Caiabis/Aripuanã, destacando a posição estratigráfica da amostra datada.



Grosso (Saes & Leite, 1993, Saes & Fragoso Cesar, 1994; Saes, 1999) admitem que a evolução destas coberturas se deu por rifteamento no Mesoproterozóico tardio, com o desenvolvimento de duas bacias intimamente relacionadas:

1. a Margem Passiva Sunsas, instalada na borda sul do Cráton;

2. o Aulacógeno Aguapeí, compartimentado em uma Zona Central e zonas marginais.

O Aulacógeno evoluiu através de três estágios deposicionais, que refletem no interior continental as fases do Ciclo de Wilson. O estágio *rift* (Fm. Fortuna) é marcado pela acumulação de fanglomerados e areias imaturas, depositados principalmente ao longo da Zona Central do aulacógeno e configurando um padrão de preenchimento longitudinal, com a dispersão dos sedimentos se dando de

NNW para SSE. Ao final do estágio *rift*, a sedimentação migra em direção às zonas marginais do aulacógeno, como resultado da transição do regime de estiramento crustal e subsidência mecânica, para subsidência flexural. No estágio sinéclise subsequente (Fm. Vale da Promissão), a bacia subsid e acomoda espessa seção de sedimentos marinhos rasos (tempestitos), passando distalmente a marinho profundo na região de Santo Corazón (turbiditos), marcando provavelmente a região onde o *rift* intercepta a margem continental e se abre em uma bacia oceânica em expansão. O final do Mesoproterozóico (~ 1,0 Ga), é marcado pela colisão do sul da Amazônia com a Laurentia (Sadowski & Bettencourt, 1996), resultando na amalgamação final do Supercontinente de Rodínia. Esta colisão se reflete no interior do antepaís, deformando, metamorfizando e afetando por intenso hidrotermalismo os depósitos da Zona Central do Aulacógeno Aguapeí. Nas zonas marginais este evento (Estágio de Inversão) é marcado pela deposição de areias e

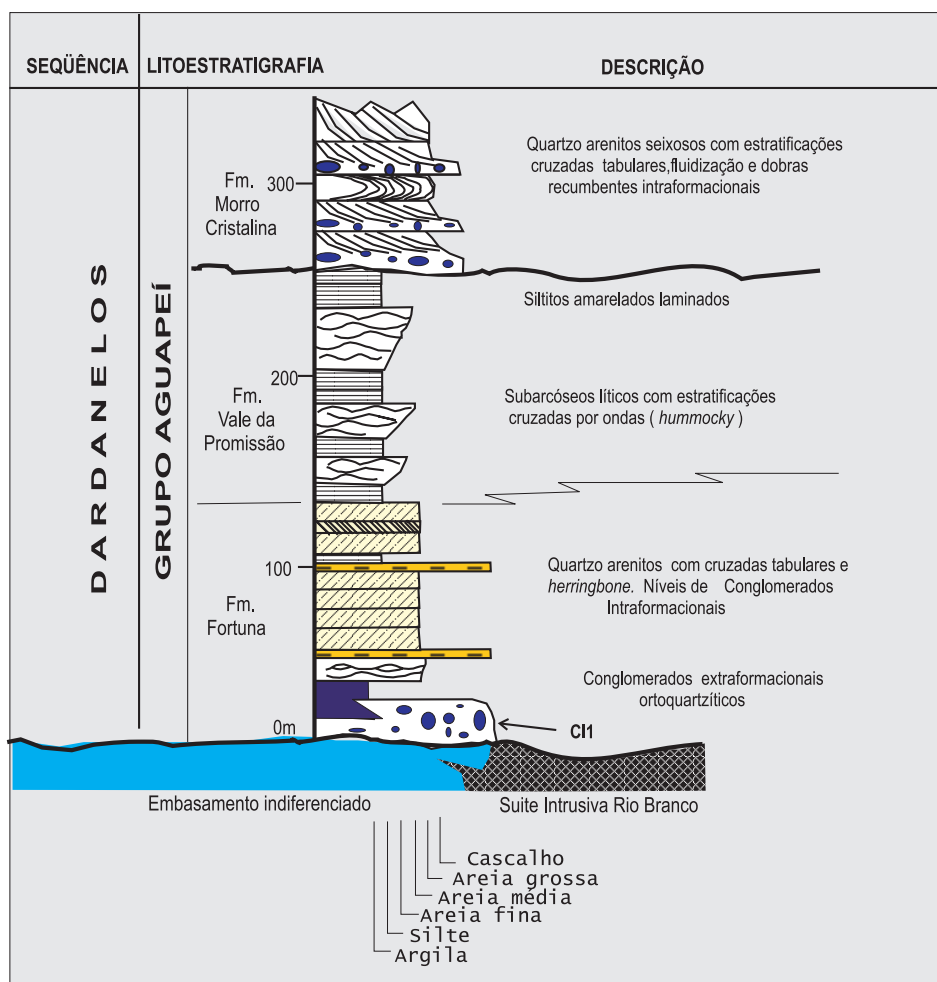


Figura 5. Seção colunar composta da Sequência Dardanelos na Bacia Aguapeí, sudoeste de Mato Grosso, destacando a posição estratigráfica da amostra datada.

cascalhos em sistemas aluviais e eólicos (Fm. Morro Cristalina), com paleocorrentes dirigidas para WNW e proveniência dos soerguimentos da porção central do aulacógeno, constituindo assim típicas cunhas clásticas pós-colisionais (Sengor *et al.*, 1978).

## Geocronologia Pb-Pb

### Amostra – TBP10 – Grupo Caiabis/Formação Dardanelos

Cerca de 90 zircões detríticos foram separados de uma amostra do conglomerado basal da Formação Dardanelos que aflora na margem do Rio dos Peixes, 70 km a norte de Juara (coordenadas: 10°57'27"S-54°04'55"W). A população de zircões apresenta-se como prismas longos e curtos com terminações piramidais e zonações bem definidas. Outros grãos são bem arredondados sem estruturação interna.

Treze grãos foram submetidos à metodologia de evaporação e os resultados (Tabela 2 e Figura 6) também sugerem a existência de fontes híbridas para a Formação Dardanelos, cujas idades variam entre 1,98 Ga a 1,38 Ga. Os resultados da primeira etapa de evaporação para os grãos TBP10/ e TBP10/10 e de todas etapas do grão TBP/13 não são utilizados nesta interpretação, por apresentarem altas razões  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ . O restante dos dados permite a sugestão de pelo menos cinco grupos de idades distintas para as possíveis fontes. Os dois grupos de idades mais antigas, 1,98 Ga e o intervalo de 1,81 Ga a 1,75 Ga sugerem ser representativos do retrabalhamento do Grupo Beneficente, o que é corroborado pela existência dos clastos desta unidade nos conglomerados da Formação Dardanelos. Das três idades mais jovens, 1,50 Ga, 1,44 Ga e 1,38 Ga, apenas a mais jovem encontra uma provável rocha fonte reconhecida, as Alcalinas Canamã. Silva (1980) apresenta duas idades K/Ar obtidas em soleiras basálticas (Formação Arinos) intercaladas à Formação Dardanelos, uma de 1,4 Ga e outra mais jovem em torno de 1,2 Ga. Estes dados impõem necessariamente à idade Pb-Pb mais jovem, um certo grau de discordância, o que é impossível de verificação nesta metodologia. Assim, sugere-se a idade de 1,44 Ga, supostamente concordante, posto que é repetida em três grãos analisados (TBP10/2, 10/9 e 10/12), como representativa da idade máxima para o início da sedimentação da Formação Dardanelos. Esta idade sugere também uma provável correlação com as coberturas depositadas no oeste da Rondônia (Pacaás Novos e Uopianes) (Bahia, 1997) e no sudoeste de Mato Grosso e oriente boliviano (Aguapeí, Huanchaca e Sunsas) (Litherland *et al.*, 1986; Saes & Leite, 1993; Saes & Fragoso César, 1994; Saes, 1999; Santos *et al.*, 2001).

### Amostra CL1 – Grupo Aguapeí-Formação Fortuna

Um total de 70 grãos de zircões detríticos foi separado de uma amostra dos conglomerados basais da Formação Fortuna, que ocorrem na parte norte da Serra de São Vicente, na cava sul da mina de ouro da Mineração Santa Elina (coordenadas: 14°30'45"S-59°47'50"W) e no Garimpo da Lavrinha, a sul de Pontes e Lacerda (coordenadas: 15°20'08"S-59°20'08"W). Esta população de zircões está representada por cristais prismáticos longos com faces piramidais bem definidas e zonação eudral. Alguns cristais são muito arredondados e não exibem qualquer estruturação interna. Nove cristais de zircão foram analisados e os resultados estão apresentados na Tabela 3 e plotados no diagrama da Figura 7.

Os dados da primeira etapa de evaporação dos zircões CL1/01, CL1/03, CL1/04, CL1/06, CL1/08 e CL1/09 juntamente com aqueles de todas as etapas do zircão CL1/05 não foram utilizados nesta interpretação por apresentarem altas razões  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ . O restante dos dados permite a sugestão de fontes híbridas para esta unidade, cobrindo o intervalo de tempo entre 1,50 Ga e 1,34 Ga. Cinco grupos de idade foram individualizados, os quais indicam um amplo espectro de possíveis fontes. A idade mais antiga de 1,50 Ga embora obtida em um único cristal tem como fontes possíveis as rochas pertencentes ao arco magmático Cachoeirinha de Geraldês *et al.* (2001), no SW de Mato Grosso, rochas pertencentes a Suíte Alto Candeias (Bettencourt *et al.*, 1999) na região central da Rondônia e também rochas associadas ao Ciclo San Ignacio no oriente boliviano (Litherland *et al.*, 1986). As idades entre 1,46 Ga e 1,40 Ga sugerem a participação do Granito Santa Helena em Mato Grosso, granitóides do Complexo Pensamiento na Bolívia e de suítes granitóides da Rondônia. A mais jovem, em torno de 1,34 Ga marca a idade máxima para o início da sedimentação Aguapeí, próxima daquela apresentada por Santos *et al.* (2000 e 2001), reforçando a possibilidade de correlação com as coberturas depositadas a oeste na Rondônia (Pacaás Novos e Uopianes) (Bahia, 1997) e no norte de Mato Grosso (Dardanelos, este trabalho).

## CONCLUSÕES

A metodologia Pb-Pb de evaporação é uma ferramenta rápida e de baixo custo, disponível em laboratório nacional e que foi apresentada neste trabalho como forma de identificação da idade máxima para o início da sedimentação das coberturas proterozóicas do SW do Cráton Amazônico. A representatividade das idades obtidas foi discutida tanto

Tabela 2. Resultados analíticos dos zircões da amostra TBP10 (Sequência Dardanelos).

Zircão	Temperatura de Evaporação (°C)	Razões Útil/Total	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ $\pm 2\sigma$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ $\pm 2\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ $\pm 2\sigma$	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$ $\pm 2\sigma$	Idade (Ma)
TBP10/1	#1450	0/36	0,001271 $\pm$ 36	0,25784 $\pm$ 441	0,12779 $\pm$ 53	0,11036 $\pm$ 47	1806 $\pm$ 8
	#1500	49	0,000447 $\pm$ 50	0,21214 $\pm$ 629	0,11713 $\pm$ 99	0,11075 $\pm$ 26	1812 $\pm$ 4
	#1550	0/46	0,000606 $\pm$ 32	0,24922 $\pm$ 386	0,1187 $\pm$ 106	0,11077 $\pm$ 65	1812 $\pm$ 11
	#1580	0/88	0,000521 $\pm$ 55	0,25671 $\pm$ 477	0,11871 $\pm$ 108	0,11070 $\pm$ 34	1811 $\pm$ 6
TBP10/2	1500	90/90	0,000146 $\pm$ 6	0,14074 $\pm$ 183	0,09294 $\pm$ 18	0,09090 $\pm$ 20	1445 $\pm$ 4
TBP10/3	1450	16/16	0,000052 $\pm$ 28	0,13624 $\pm$ 80	0,08846 $\pm$ 45	0,08774 $\pm$ 45	1377 $\pm$ 13
	1500	88/88	0,000045 $\pm$ 4	0,13106 $\pm$ 32	0,08863 $\pm$ 19	0,08800 $\pm$ 18	1383 $\pm$ 4
TBP10/4	#1450	0/20	0,001101 $\pm$ 63	0,21619 $\pm$ 338	0,12678 $\pm$ 224	0,11013 $\pm$ 58	1802 $\pm$ 9
	1500	36/86	0,000349 $\pm$ 11	0,25816 $\pm$ 182	0,11506 $\pm$ 37	0,11028 $\pm$ 34	1804 $\pm$ 6
	1550	82/82	0,000125 $\pm$ 11	0,28775 $\pm$ 65	0,11218 $\pm$ 17	0,11042 $\pm$ 20	1807 $\pm$ 3
TBP10/5	1450	18/18	0,000180 $\pm$ 30	0,28126 $\pm$ 200	0,12339 $\pm$ 61	0,12099 $\pm$ 73	1971 $\pm$ 11
	1500	48/48	0,000037 $\pm$ 9	0,30065 $\pm$ 270	0,12144 $\pm$ 44	0,12095 $\pm$ 43	1971 $\pm$ 6
	1550	86/86	0,000000 $\pm$ 0	0,32670 $\pm$ 254	0,12207 $\pm$ 27	0,12207 $\pm$ 27	1987 $\pm$ 4
TBP10/6	1550	86/86	0,000036 $\pm$ 4	0,09675 $\pm$ 30	0,10875 $\pm$ 17	0,10827 $\pm$ 18	1771 $\pm$ 3
TBP10/7	1500	88/88	0,000018 $\pm$ 5	0,20146 $\pm$ 84	0,10929 $\pm$ 23	0,10906 $\pm$ 23	1784 $\pm$ 4
	1550	88/88	0,000019 $\pm$ 5	0,21230 $\pm$ 52	0,10922 $\pm$ 26	0,10896 $\pm$ 32	1782 $\pm$ 5
TBP10/8	1450	36/52	0,000331 $\pm$ 65	0,19699 $\pm$ 216	0,11422 $\pm$ 32	0,10966 $\pm$ 57	1794 $\pm$ 9
TBP10/9	1450	18/18	0,000103 $\pm$ 30	0,15763 $\pm$ 120	0,09179 $\pm$ 51	0,09035 $\pm$ 66	1433 $\pm$ 14
	1500	86/86	0,000039 $\pm$ 5	0,14961 $\pm$ 66	0,09134 $\pm$ 18	0,09084 $\pm$ 15	1444 $\pm$ 3
TBP10/10	#1450	0/18	0,000767 $\pm$ 472	0,12480 $\pm$ 213	0,09799 $\pm$ 115	0,08729 $\pm$ 677	1367 $\pm$ 149
	1500	86/86	0,000093 $\pm$ 10	0,13009 $\pm$ 80	0,09518 $\pm$ 27	0,09386 $\pm$ 29	1506 $\pm$ 6
TBP10/11	1500	88/88	0,000046 $\pm$ 5	0,11791 $\pm$ 48	0,10800 $\pm$ 17	0,10734 $\pm$ 19	1755 $\pm$ 3
TBP10/12	1450	16/16	0,000057 $\pm$ 8	0,12327 $\pm$ 87	0,09163 $\pm$ 70	0,09084 $\pm$ 71	1443 $\pm$ 15
	1500	36/36	0,000028 $\pm$ 2	0,14258 $\pm$ 90	0,09143 $\pm$ 24	0,09104 $\pm$ 24	1448 $\pm$ 5
TBP10/13	#1450	0/18	0,000495 $\pm$ 50	0,68517 $\pm$ 523	0,09318 $\pm$ 100	0,08625 $\pm$ 123	1344 $\pm$ 28
	#1500	0/84	0,000565 $\pm$ 20	0,65456 $\pm$ 190	0,09450 $\pm$ 26	0,08655 $\pm$ 30	1351 $\pm$ 7

# - Etapa eliminada por apresentar razão  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  superior a 0,0004; c - Razão  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  corrigida para Pb comum.

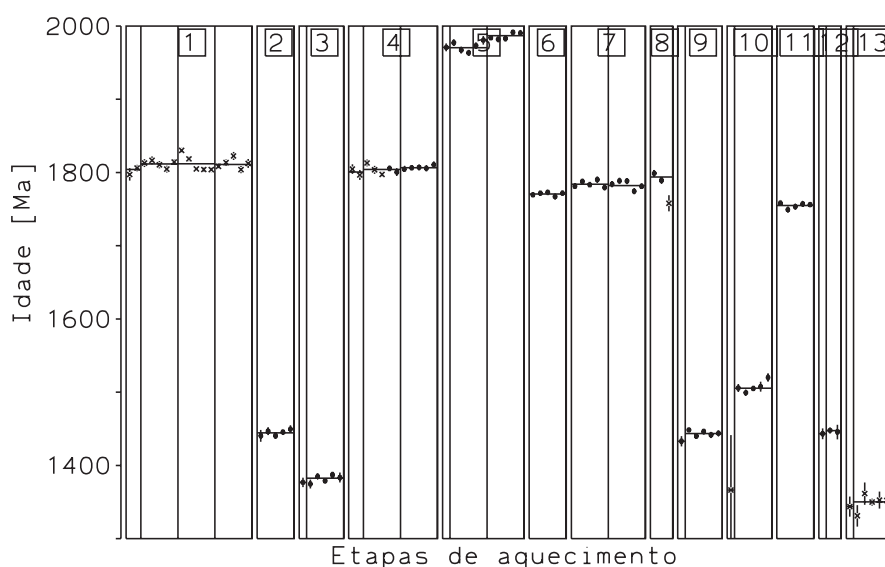


Figura 6. Diagrama idade (em Y) versus etapas de evaporação (em X) dos cristais de zircão da amostra TBP10. ● - bloco válido de razões isotópicas; X - bloco eliminado por apresentar razão  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  superior a 0,0004. Desvio analítico a  $2\sigma$ .

Tabela 3. Resultados analíticos dos zircões da amostra CL1 (Grupo Aguapeí).

Zircão	Temperatura de Evaporação (°C)	Razões Útil/Total	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ $\pm 2\sigma$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ $\pm 2\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ $\pm 2\sigma$	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$ $\pm 2\sigma$	Idade (Ma)
CL1/01	#1450	0/88	0,000663±52	0,20658±406	0,09814±57	0,08867±26	1397±6
	1500	82/82	0,000054±3	0,16450±38	0,09131±16	0,09053±16	1437±3
	1550	86/86	0,000085±5	0,16918±39	0,09199±12	0,09078±13	1442±3
CL1/02	1500	18/18	0,000248±62	0,16623±179	0,09374±155	0,09029±178	1432±38
CL1/03	#1500	0/88	0,001027±19	0,15193±52	0,10599±18	0,09176±34	1463±7
	1550	86/86	0,000101±12	0,11874±43	0,09310±25	0,09166±32	1461±7
CL1/04	#1450	0/18	0,000874±80	0,15100±160	0,10514±219	0,09304±249	1489±51
	1500	36/36	0,000078±10	0,12961±48	0,09463±29	0,09354±32	1499±7
CL1/05	#1500	0/68	0,001084±46	0,10105±98	0,10660±49	0,09115±72	1450±15
	#1550	0/90	0,001012±25	0,12687±112	0,10508±23	0,09115±36	1450±8
CL1/06	#1450	0/90	0,003528±25	0,26077±97	0,13689±28	0,08831±43	1389±9
	1500	82/82	0,000257±17	0,17061±67	0,09726±23	0,09336±21	1496±4
	1550	90/90	0,000058±3	0,17556±111	0,09475±19	0,09394±21	1507±4
CL1/07	1500	50/50	0,000051±19	0,21893±147	0,08718±39	0,08652±27	1350±6
CL1/08	#1450	0/50	0,003177±189	0,33961±444	0,12980±251	0,08514±158	1319±36
	1500	34/86	0,000375±82	0,28917±342	0,09056±135	0,08623±30	1344±7
CL1/09	#1450	0/32	0,002647±52	0,20270±643	0,12266±163	0,08599±89	1338±20
	1500	70/88	0,000345±26	0,10688±125	0,09100±61	0,08632±22	1346±5
	1550	88/88	0,000031±8	0,10888±56	0,08705±17	0,08662±20	1352±4

# - Etapa eliminada por apresentar razão  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  superior a 0,0004; c - Razão  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  corrigida para Pb comum.

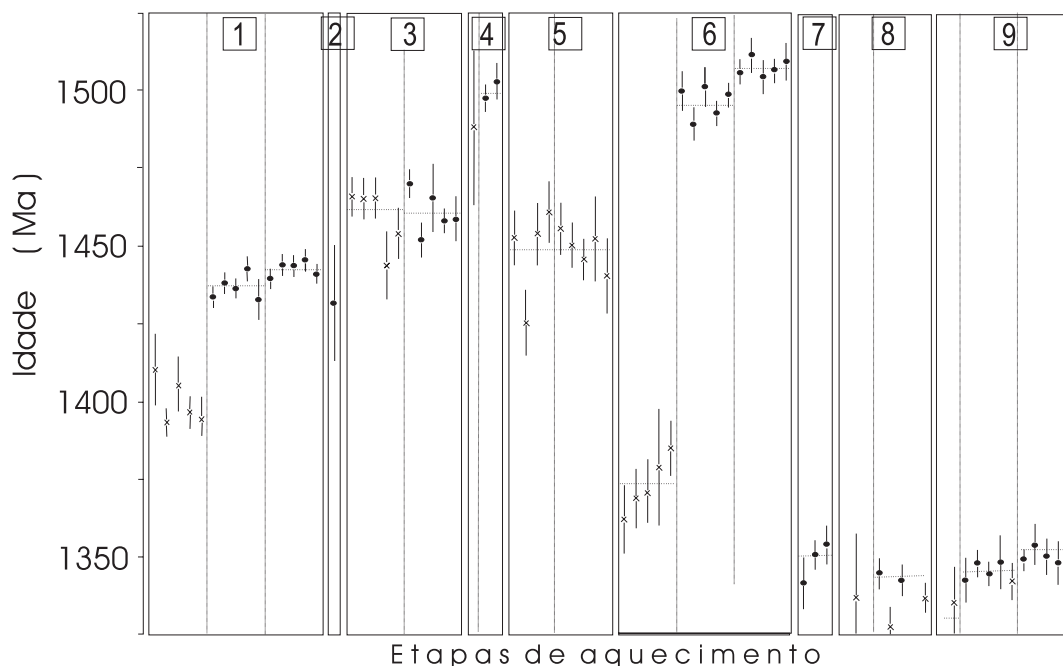


Figura 7. Diagrama idade (em Y) versus etapas de evaporação (em X) dos cristais de zircão da amostra CL1. ● - bloco válido de razões isotópicas; X - bloco eliminado por apresentar razão  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  superior a 0,0004. Desvio analítico a  $2\sigma$ .

em base às razões  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  quanto na precisão, de tal forma, que os dados utilizados são considerados como representativos da idade mínima do seu protólito (Gaudette *et al.*, 1998). Além disto, quando possível, os dados obtidos foram comparados com outros existentes na literatura e quando coincidentes, permitem calibrar a época do início de cada ciclo sedimentar.

Do ponto de vista interpretativo, os resultados obtidos, mesmo levando-se em consideração o número reduzido de análises, sugerem que as coberturas proterozóicas evoluíram através de pelo menos, dois distintos pulsos tafrogênicos (conforme preconizado por Montalvão *et al.*, 1984), superpostos e separados temporalmente por cerca de 400 Ma. As bacias tafrogênicas precoces, evoluídas logo após a erupção das lavas Teles Pires, estão representadas pela Seqüência Beneficente na Serra Formosa. Estes sedimentos foram afetados por um ou mais eventos transpressivos regionais no intervalo 1,72 - 1,36 Ga, responsáveis por zonas de cisalhamento WNW, dobras descontínuas e basculamento das camadas. Após 1,36 Ga a região foi submetida a novo pulso tafrogênico, com a instalação de *rifts* tardios, provavelmente durante o Ciclo Sunsas (Litherland *et al.*, 1986), no qual foi acumulada a Seqüência Dardanelos, incluindo as unidades litoestratigráficas conhecidas como grupos Caiabis, Guajará Mirim, Aguapeí, Huanchaca e Sunsas. A implantação deste sistema de *rifts* mais jovens foi acompanhada por extensivo retrabalhamento dos depósitos mais antigos, não raro propiciando o desenvolvimento de superfícies regionais de discordância que estabeleceram importantes *markers* da evolução tectônica e estratigráfica deste setor do Cráton Amazônico.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado graças ao apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processos CNPq 420025/99-5 e 420093-01) e a Fapemat (Processo 3.5.2.77/07-1999). Os autores também agradecem ao Prof. Moacir Buenano Macambira, pelas facilidades na utilização do Laboratório de Geologia Isotópica e pelo auxílio na interpretação dos resultados. Aos revisores da revista de Geociências da USP, A. R. S. Fragozo Cesar, B. B. Brito Neves e à Prof<sup>ra</sup> Maria Zélia Souza Aguiar do DRM-UFMT, pelas sugestões e críticas ao manuscrito original.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. F. M.; NOGUEIRA F<sup>o</sup>, J. U. (1959) Reconhecimento geológico do Rio Aripuanã. *Boletim. Divisão de Geologia e Mineralogia. Rio de Janeiro*, v.199, p.1-43.
- ANDSDELL, K. M.; KYSER, T. K. (1991) Plutonism, deformation and metamorphism in Proterozoic Flin Flon Greenstone belt Canada. Limits on timing by the zircon Pb evaporation technique. *Geology*, v. 18, n. 5, p. 518-521.
- BAHIA, R. B. C. (1997) *A Formação Palmeiral (Proterozóico Superior) na Serra dos Pacaás Novos, oeste de Rondônia*. Belém, 88 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Para.
- BARROS, A. J. P.; SILVA, G. J. (2001) *Avaliação do potencial das rochas carbonáticas do Rio Ximari*. Metamat, 67p. (Relatório Interno).
- BETTENCOURT, J. S.; TOSDAL, R. M.; LEITE JR., W. B.; PAYOLLA, B. L. (1999) Mezoproterozoic rapakivi granites of the Rondônia Tin province, southwestern border of the Amazonian Craton, Brazil-I. Reconnaissance U-Pb geochronology and regional implications. *Precambrian Research*, v. 95, p. 41-67.
- BEZERRA, P. E. L. (1984) Cronoestratigrafia das coberturas proterozóicas do Cráton Amazônico e seu relacionamento com o Supergrupo Uatumã (Amazônia Legal). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., Rio de Janeiro, 1984. *Anais. Rio de Janeiro, SBG*, v. 3, p. 2125-2138.
- BRITO NEVES, B.B. (1993) De Rodínia a Gondwana. São Francisco/Congo: Placa, continente/ península, cráton e antepaís. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, 2., Salvador, 1993. *Anais. Salvador, SBG*, p. 33-34.
- COSTA, J. B. S.; HASUI, Y. (1992) Aspectos tectônicos fundamentais do Proterozóico Médio na Amazônia Brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 22, n. 4, p. 481-486.
- CARVALHO M. S.; FIGUEIREDO A. J. A. (1982) Caracterização lito-estratigráfica da bacia de sedimentação do Grupo Beneficente no alto Rio Sucunduri. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 1., Belém, 1982. *Anais. Belém, SBG*, p. 26-44.
- DELLA FÁVERA, J. C. (2001) *Fundamentos de estratigrafia moderna*. Rio de Janeiro, EDUERJ. 264p.
- FIGUEIREDO, A. J. A.; OLIVATTI, O. (1974) *Projeto Alto Guaporé*. Goiânia, DNPM/CPRM, 173p. (Relatório Final Integrado).
- GAUDETTE, H. E.; LAFON, J. M.; MACAMBIRA, M. J. B.; MOURA, C. A. V. SCHELLER, T. (1998) Comparation of single filament Pb evaporation/ionization zircon ages with conventional U-Pb results: examples from Precambrian of Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 11, p. 351-363.
- GERALDES, M. C.; VAN SCHMUS, W. R.; KONDIE, K. C.;

- BELL, S.; TEIXEIRA, W.; BABINSKI, M. (2001) Proterozoic geologic evolution of the SW part of the Amazonian Craton in Mato Grosso state, Brazil. *Precambrian Research*, v. 111, p. 91-128.
- LASA-ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S/A (1968) *Levantamento fotogeológico do Centro-Oeste de Mato Grosso*. LASA, Rio de Janeiro. 77p. (Relatório 153).
- LEAL, J. W. L.; SILVA, G. H.; SANTOS, D. B.; TEIXEIRA, W.; LIMA, M. I.; FERNANDES, C. A. C.; PINTO, A. (1978) *Geologia*. In: Projeto RADAMBRASIL. Folha SD.20 Porto Velho. Brasília, DNPM p.1-184 (Levantamento de Recursos Naturais, 16).
- LITHERLAND, M.; ANNELLS, R. N.; APLETON, J. D.; BERRANGÉ, J. P.; BLOOMFIELD, K.; BARTON, C. C. J.; DARBYSHIRE, D. P. F.; FLETCHER, C. J. N.; HAMKINS, M. P.; KLINK, B. A.; LLANOS, A.; MITCHELL, W. I.; O'CONNOR, F. A.; PITFIELD, P. E. J.; POWER, G.; WEEB, B. C. (1986) The geology and mineral resources of the bolivian precambrian shield. *Overseas Memoir*, v. 9, p.1-153.
- MONTALVÃO, R. M.; BEZERRA, P. E. L.; DRAGO, V. A.; CUNHA, B. C. C. (1984) Cobertura de plataforma da Amazônia, sua sedimentação e evolução tectônica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., Rio de Janeiro, 1984. *Anais*. Rio de Janeiro, SBG, p.2101-2114.
- KOBER, B. (1987) Single grain evaporation combined with Pb emitter bedding  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  investigations using thermal ion mass spectrometry and implications to zirconology. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 96, p. 63-71.
- PAYTON, C. E. (1977) Seismic stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration. *American Association Petroleum Geologists. Memoir*, v. 26, p.1-156.
- PINHO, M. A. S. B.; VAN SCHMUS, W. R.; CHEMALE JR. F. (2001) Nd isotopic compositions, U/Pb age and geochemistry of paleoproterozoic magmatism of the southwestern Amazonian Craton – Mato Grosso – Brazil. In: WORKSHOP ON GEOLOGY OF THE SW AMAZON CRATON: STATE OF ART. São Paulo, 2001. *Extended Abstracts*. São Paulo, IGc. p.83-86.
- SAES, G. S.; LEITE, J. A. D. (1993) Evolução tectono-sedimentar do Grupo Aguapeí, Proterozóico Médio na porção meridional do Cráton Amazônico: Mato Grosso e oriente boliviano. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 23, n. 1, p. 31-37.
- SAES, G. S.; FRAGOSO CESAR, A. R. S. (1994) The Aguapeí basin: A Grenville age aulacogen of the Sunsas orogen. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38., Camboriu, 1994. *Boletim de Resumos*. Camboriu, SBG, p. 207-209.
- SAES, G. S., (1999) *Evolução tectônica e paleogeográfica do Aulacógeno Aguapeí ( 1.2-1.0Ga ) e dos terrenos de seu embasamento na porção sul do Cráton Amazônico*. São Paulo, 137p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- SANTOS, J. O. S.; HARTMANN, L. A.; GAUDETTE, H. E.; GROVES, D. I.; MCNAUGHTON, N. J.; FLETCHER, I. R. (2000) A new understanding of the provinces of the Amazon Craton based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology. *Gondwana Research*, v. 3, n. 4, p. 453-488.
- SANTOS, J. O. S.; RIZZOTTO, G.; HARTMANN, L. A.; MCNAUGHTON, N. J.; FLETCHER, I. R. (2001) Ages of sedimentary basins related to the Sunsas and Juruena orogenies, southwestern AMAZON Craton established by zircon U-Pb geochronology. In: WORKSHOP ON GEOLOGY OF THE SW AMAZON CRATON: STATE OF THE ART, São Paulo, 2001. *Extended Abstracts*. São Paulo, IGc. p.114-119.
- SADOWSKI, G. R.; BETTENCOURT, J. S. (1996) Mesoproterozoic tectonic correlations between east Laurentia and western border of the Amazon Craton. *Precambrian Research*, v. 76, p. 213-227.
- SCANDOLARA, J. E.; AMORIM, J. L. J.; RIZZOTTO, G. J.; QUADROS, M. L. E. S.; BAHIA, R. B. C. (1999) Compartimentação tectônica-estratigráfica pré-Cambriana de Rondônia: Subsídios para modelos evolutivos. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 6., Manaus, 1999. *Boletim de Resumos Expandidos*. Manaus, SBG, p.282-285.
- SENGOR, A. M. C. (1995) Sedimentation and tectonics of fossil rifts. In: BUSBY C. J.; INGERSOLL, R. V. (eds.) *Tectonics of sedimentary basins*. Cambridge, Blackwell Science, p. 53-117.
- SILVA, G. H. (1980) *Geologia*. In: Projeto RADAMBRASIL. Folha SC 21.Juruena. Rio de Janeiro, MME. p. 21-116. (Levantamento de Recursos Naturais, 20).
- SLOSS, L. L. (1963) Sequences in the cratonic interior of North. *America Geological Society Bulletin*, v. 74, p. 93-114.
- SOUZA, E. P.; HILDRED, P. R. (1980) Contribuição ao estudo da geologia do Grupo Aguapeí em Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., Camboriu, 1980. *Anais*. Camboriu, SBG, v. 2, p. 587-598.
- STACEY, J. S.; KRAMERS, J. D. (1975) Aproximation of terrestrial lead isotope evolution by a two stage model. *Earth Planetary Science Letters*, v. 26, p. 207-221.
- TASSINARI, C. C. G.; CORDANI, U. G.; NUTMAN, A. P.; VAN SCHMUS, W. R.; BETTENCOURT, J. S.; TAYLOR,

P. N. (1996) Geochronological systematics on basement rocks from the Rio Negro-Juruena Province (Amazonian Craton) and tectonic implications. *International Geology Reviews*, v. 38, p. 161-175.

TEIXEIRA, W.; TASSINARI, C. C. G.; CORDANI, U. G.; KAWASHITA, K. (1989) A review of the geochronology of the Amazonian Craton: tectonic implications. *Precambrian Research*, v. 42, p. 213-227.

VAIL, P. R.; AUDEMARD, F.; BOWMAN, S. A.; EISNER, P. N.; PEREZ-CRUZ, C. (1991) The stratigraphic signatures of tectonics, eustasy and sedimentology. In: EINSELE, G.; RICKEN, W.; SEILACHER, A. (eds.) *Cycles and events in stratigraphy*. Berlin, Springer Verlag, p. 617-659.